



İHA Video Verileri ile 3B Modelleme

Ceyda Ulvi*¹

¹Atatürk Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi, Mersin, Türkiye

Anahtar Kelimeler

İHA,
3B model,
Video,
Fotogrametri,
İHA fotogrametrisi.

ÖZ

Yakın zamana kadar İnsansız Hava Araçları (İHA) veya genellikle drone olarak da bilinen, uzaktan kumandalı insansız hava sistemleri farklı disiplinlerce çeşitli amaçlar doğrultusunda kullanılmaktadır. Bunun başlıca nedeni, İHA sistemlerinin görüntü toplamaya yönelik düşük maliyeti, hızlı ve konum bilgisine sahip fotoğraf ve video verileri sağlamasıdır. Ayrıca, İHA'lar, esneklik kabiliyeti ve havadan görüntüleme maliyeti dezavantajlarını olumlu yönde etkilemiştir. Bugüne kadar, 3D haritalama ve modelleme için İHA fotogrametrisi konusunda pek çok araştırma yapılmıştır. Çalışmalarda fotoğraf verilerinden hava görüntüsünün yeniden yapılandırılması için hareketten yapı (SfM) tekniklerini başarıyla kullanılmışlardır. Bu çalışmada ise yapılaşmanın yoğun, ağaç ve elektrik direği gibi çevresel etmenlerin olduğu yüksek katlı bir binanın İHA'dan elde edilmiş video verileri yardımıyla İHA fotogrametrisi tekniği ile 3B modeli yapılmıştır.

3D Modeling with UAV Video Data

Keywords

UAV,
3D model,
Video,
Photogrammetry,
UAV photogrammetry.

ABSTRACT

Until recently, Unmanned Aerial Vehicles (UAV) or remotely controlled unmanned aerial systems, often known as drones, have been used by different disciplines for various purposes. The main reason for this is that UAV systems provide low-cost, fast, and location-aware photo and video data for image collection. In addition, UAVs have positively affected the disadvantages of flexibility capability and cost of aerial imaging. To date, much research has been done on UAV photogrammetry for 3D mapping and modeling. In the studies, motion-to-structure (SfM) techniques have been used successfully to reconstruct the aerial image from photographic data. In this study, a 3D model of a high-rise building with dense construction and environmental factors such as trees and electricity poles was made with the UAV photogrammetry technique with the help of video data obtained from the UAV.

1. GİRİŞ

Kentsel çevre; ulaşım, ticaret, üretim, yönetim ve barınma için kullanılan yapay yüzeylerin sınır alanlarından ve yoğun bir şekilde yönetilen ve yapay örtüden doğrudan etkilenen bitki örtüsü yüzeylerinden oluşur (linden vd., 2019). Kentsel sistemin daha iyi anlaşılması için, yapılı çevrenin kapsamlı bir şekilde haritalandırılması ve izlenmesi gerekmektedir (Erene ve Yakar., 2012; Colomina and Molina, 2014) . Bununla birlikte, inşa edilmiş yüzeylerin ve binaların karmaşık doğası nedeniyle bunların yüksek doğruluk ile haritalandırılması zordur. İnsansız hava araçlarının (İHA) kullanımı ile fotogrametri ve uzaktan algılama, bu sorunla yüzleşmeyi amaçlayan hızlı gelişen bir yaklaşımdır. İHA kaynaklı görüntülerin potansiyelleri, modern fotogrametri ve uzaktan algılamada önemli bir rol oynamıştır (Mırdan ve Yakar, 2017; Calantropio vd., 2018). Bu iki disiplinin İHA ortamıyla birleşmesi, üretilen sonuçlara göre minimum maliyetli teknoloji ile üretilmiş, yüksek doğruluk ve çözünürlüğe sahip son teknoloji ürünler sağlamaktadır. Döner kanatlı İHA'lar ve dâhili dijital tek lensli refleks kameralar ile fotogrametrik verileri toplanabilir, otomatik veya yarı otomatik uçuş modları gerçekleştirebilir. Ayrıca GNSS/INS sensörü (küresel navigasyon uydu sistemi/ataletsel navigasyon) sahip sistem ile elde edilen görüntülerin daha güvenilir ve kesin sonuçlarla doğrudan coğrafi referanslandırılması için kullanılabilir.

Bu yöntem ile doğal afetler sırasında hızlı veri toplama gibi düşük metrik kaliteli anlık görüntüler gerektiğinde yaygın olarak kullanılabilmesi gibi; üç boyutlu (3B) şehir modelleme ve yol denetimi için kullanılabilir. Aynı zamanda bitki örtüsü izleme ve ormancılık (Wich ve Koh, 2012), tarım (Remondino vd., 2011), çevresel analiz (hayvanların dolaşımının ve yoğunluğunun izlenmesi gibi) çalışmalarının yanında kültürel mirasın belgelenmesi (Everaerts., 2008; Yakar vd., 2015) çalışmalarında da sıklıkla kullanılabilir.

Son yıllarda, İHA'ların akademik ve ticari uygulamalarda yaygın olarak kullanılması, İHA'ların ortak prosedürlerini ve fizibilitelerini ve araştırmacılar için kıyaslama kriterlerini belirleme zorluğunu ortaya koyarak, bunların genişlemesini teşvik etmiştir (Ulvi vd., 2020; Kaya vd., 2021; Yiğit ve Uysal, 2021). Uzaktan algılama verilerinden uygulanabilir bilgi elde etmek için en uygun hangi yöntemin ve çerçevelerin kullanılması gerektiği gibi sorular gündeme gelmektedir (Wellmann vd., 2020). 3B modelleme ile ilgili olarak, seviye otomasyonuna göre (otomatik, yarı otomatik, manuel), kaynak veri tipine göre (havadan, uydudan veya yakın mesafe görüntülerinden fotogrametri sonuçları) ve lazer tarama (hava veya yer) sonuçlarına göre sınıflandırılacak birkaç yöntem vardır (Yiğit ve Ulvi., 2020; Şenol vd., 2021). Gerekirse bu yöntemler bir hibrit olarak birleştirilebilir.

Bu çalışmada ise düşük maliyetli bir döner kanatlı İHA ile elde edilen video verilerinden kentsel alandaki bir eğitim kurumunun 3B modelinin yapılması hedeflenmiştir.

2. MATERYAL ve METOT

2.1. Çalışma Alanı

Çalışma alanı olarak Şekil 1'de gösterilen yapılaşmanın yoğun olduğu kentsel bir alandaki yüksek katlı bir eğitim kurumu (Fatih Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi: Selçuklu/KONYA) seçilmiştir.



Şekil 1. Çalışmada kullanılan döner kanatlı İHA ve dâhili kamerası

2.2. Materyal

Hava fotoğraflarının çekilmesi için donanım olarak Şekil 2'de gösterilen ve Tablo 1'de özellikleri verilen İHA kullanılmıştır.



Şekil 2. Çalışmada kullanılan döner kanatlı İHA ve dâhili kamerası

Tablo 1. Çalışmada kullanılan İHA teknik özellikleri

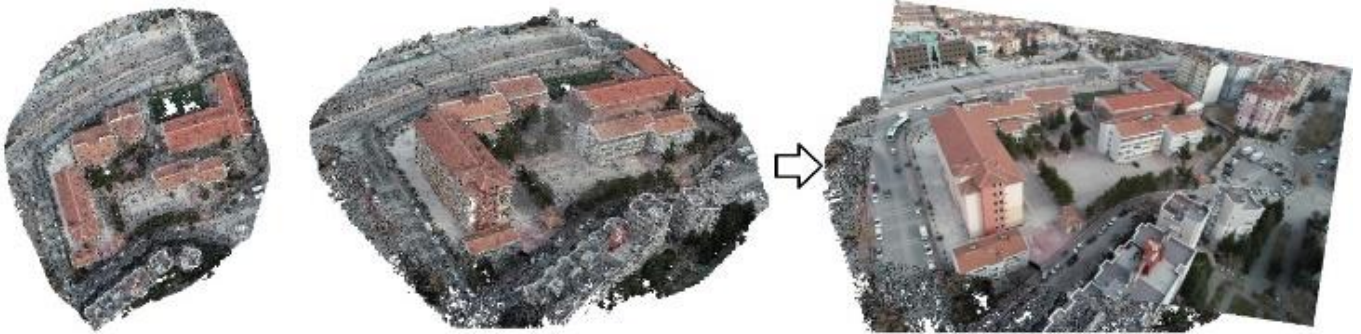
Nitelik	Değer
<u>İHA</u>	
Rota Takibi, Hedef Takibi, Dairesel Uçuş	Var
Uydu Konumlandırma	GPS
Otomatik Bekleme	Var
Pil kapasitesi, Çalışma süresi	4480 mAh, 23 ~23dk
Azami Hız	57 km/sa
Kullanım Mesafesi	500 m
Çalışma Frekansı	5.8 GHz
Çapraz Uzunluk	350 mm
Ağırlık	1280 g
<u>Kamera</u>	
Görüş Açısı	94°
Diyafram Açıklığı	2.8 /f
Sensör Türü	CMOS
Sensör Boyutu, Etkin Piksel	1/2.3 inç, 12MP
Video Çözünürlüğü	2.7K
Video Kare Hızı	30 fps

2.3. Metodoloji

Düşük maliyetli İHA'lar genellikle yüksek çözünürlüklü görüntüler ve videolar çekebilen bir kamera ile donatılmıştır. Bu ekipman onlara çok yönlülük sağlayarak onları çok çeşitli uygulamalar için uygun hale getirir. Bu faydalar, arazi modellemesi ile ilgili çeşitli çalışmalar tarafından kabul edilmiştir (Al-Rawabdeh vd., 2016; Şaşak vd., 2019). İHA tabanlı sistemlerin yetenekleri ayrıca ticari anlamda hafriyat projelerini araştırma gibi projelerde için de kullanılmıştır (Siebert vd., 2014). İHA'ların bu uygulamaları aynı şekilde karayolu mühendisliği alanında da bulunabilir.

Çalışmada İHA'dan elde edilen veriler dijital fotogrametrik yazılımlarda işlenmiştir. İlk olarak video verilerinden fotoğraf çerçeveleri oluşturulmuştur daha sonra bu veriler yazılıma aktarılmıştır. Fotogrametrik yazılımda süreç için Structure from Motion ve Multi-View Stereo (SfM-MVS) algoritmaları kullanılmıştır. Bu algoritma yani yapıya dayalı dijital fotogrametri teknikleri, gerçek dünya sahnelerinin yeniden oluşturulmasına izin veren verimli bir görüntü tabanlı yöntemidir (Fonstad vd., 2013). Bu algoritma ile İHA sistemleri tarafından elde edilen görüntülerden konumsal ürünlerin 3B elde edilmesini mümkün kılmaktadır. Algoritma temelde her görüntü için hem harici hem de dahili kamera oryantasyon parametrelerini hesaplamak için ortak bağlantı noktaları saptar ve fotoğraflarda eşleştirme yaparak 3B uzayda gerçek dünyayı yansıtan bir model oluşturur (Jaud vd., 2016).

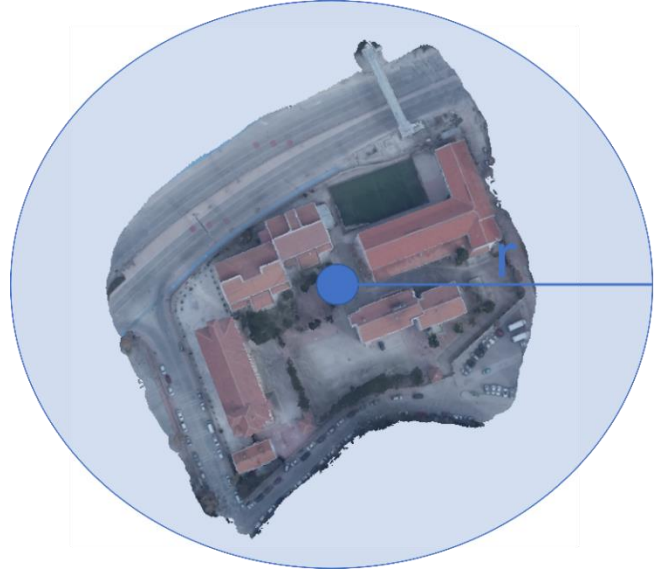
Tahmini kamera konumlarına ve 3B uzaydaki oryantasyona dayalı olarak, noktanın derinlik bilgisi, bu tür noktaların tanımlandığı yerlerde kamera konumu tahminleri dikkate alınarak türetilir. Süreç, tüm noktalardan gelen derinlik bilgilerini tek bir yoğun nokta bulutunda birleştirir. Daha sonra üretilen yoğun nokta bulutları kaynak veri olarak kullanılır ve 3B model elde edilir.



Şekil 5. Çalışma alanına ait örnek yoğun nokta bulutu ve sahneye ait temsili fotoğraf çerçevesi

3. BULGULAR

Çalışmada İHA aracılığıyla tam otomatik olarak Şekil 3'te gösterildiği üzere planlanarak video verisi elde edilmiştir. Uçuş planı; İHA'nın çalışma alanının tam merkezine konumlandırılmasından sonra verilen "r" kadar uzaklığa açılarak merkezine konumlandırıldığı çalışma alanının etrafında otomatik bir şekilde dönmesini kapsamaktadır.



Şekil 3. İHA uçuş planlaması

Elde edilen video verisi fotogrametrik yazılıma aktararak ilk olarak fotoğraf çerçeveleri oluşturulmuştur. Çalışmada 3 dakika 28 saniyelik video verisinden 77 fotoğraf çerçevesi üretilmiştir (Şekil 4).

Çalışmada ilk olarak ilk olarak fotoğrafların hizalanması işlemi yapılmıştır ve self kalibrasyon işlemi uygulanmıştır. İlk aşamada tüm fotoğraflar dengelenmiş ve objenin uzayda seyrek bir nokta bulutu oluşturulmuştur. Ardından Şekil 5'te gösterilen yoğun nokta bulutu oluşturulmuştur.



Şekil 6. İHA video verisinden elde edilmiş 3B model

4. SONUÇLAR

Bu çalışma, kentsel alandaki yapıların İHA'ların kullanılmasıyla ilgili faydaları göstermiştir. İHA'lar ile, çok kısa bir sürede veri toplamayı kolaylaştırırken, diğer veri kaynaklarına kıyasla makul bir maliyetle 3B modelleme amaçları için yeterince doğru veri sağlama yeteneğine sahiptir. Bu anlamda, ana yenilik, İHA platformu tarafından yakalanan verilerin; kentsel yapılaşmanın bir bölümünde yapı, yol ve çevresinin 3B bir modelini oluşturmak için kullanılabilirliğini göstermektedir. Çalışmada İHA'dan fotoğraf yerine video verisinin kullanılması daha az sürede daha az çalışma gücü ile 3B model elde etmenin mümkün olduğunu göstermiştir.

Havadan çekilen videonun bir sonucu olarak, alanın iyi bir şekilde kapsanması sağlanabildi. 3B model ayrıca, bağlantı noktalarının hassasiyetle ölçülmesi ve birçok hava örtüşmesi nedeniyle iyi yapılandırılmıştı. Verilerin elde edilmesinde binaların cephelerinin ve çatılarının görünür olmasına dikkat edilmesi gerektiği çalışma sonucunda tekrar önem kazanmıştır.

Fotogrametri alanında, fotogrametrik iş akışlarından (İHA'lar kullanılarak) yararlanılarak elde edilen modeller, hava görüntüleri ile herhangi bir projeyi gerçekleştirmek için daha az zaman ve maliyetle fotogerçekçi bir 3B model verimli bir şekilde üretilebilir. Bu aynı zamanda, aksi takdirde zeminden görülemeyecek olan, düzenlemelerin ve özel mülkiyetin gereklilikleriyle ilgili olacak ve veri toplamanın zaman alıcı ve maliyetli prosedürleri gerektirecek olan nadir bakış açılarından veri toplamanın basitliği ile de bağlantılıdır.

Yazarların Katkısı

Makale tek yazarlıdır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

KAYNAKÇA

- Al-Rawabdeh, A., He, F., Moussa, A., El-Sheimy, N. & Habib, A. (2016). Using an unmanned aerial vehicle-based digital imaging system to derive a 3D point cloud for landslide scarp recognition. *Remote sensing*, 8(2), 95.
- Calantropio, A., Chiabrande, F., Sammartano, G., Spanò, A. & Losè, L. T. (2018). UAV strategies validation and remote sensing data for damage assessment in post-disaster scenarios. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 42, 121-128.
- Colomina, I., & Molina, P. (2014). Unmanned aerial systems for photogrammetry and remote sensing: A review. *ISPRS Journal of photogrammetry and remote sensing*, 92, 79-97.
- Erener, A. & Yakar, M. (2012). Monitoring coastline change using remote sensing and GIS technologies. *Lecture Notes in Information Technology*, 30, 310-314.
- Everaerts, J. (2008). The use of unmanned aerial vehicles (UAVs) for remote sensing and mapping. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci.* 2008, XXXVII Pt B1, 1187-1192.
- Fonstad, M. A., Dietrich, J. T., Courville, B. C., Jensen, J. L. & Carbonneau, P. E. (2013). Topographic structure

- from motion: a new development in photogrammetric measurement. *Earth surface processes and Landforms*, 38(4), 421-430.
- Jaud, M., Passot, S., Le Bivic, R., Delacourt, C., Grandjean, P., & Le Dantec, N. (2016). Assessing the accuracy of high resolution digital surface models computed by PhotoScan® and MicMac® in sub-optimal survey conditions. *Remote Sensing*, 8(6), 465.
- Kaya, Y., Yiğit, A. Y., Ulvi, A., & Yakar, M. (2021). Arkeolojik Alanların Dokümantasyonunda Fotogrametrik Tekniklerinin Doğruluklarının Karşılaştırmalı Analizi: Konya Yunuslar Örneği. *Harita Dergisi*, 87(165), 57-72.
- Mırdan, O. & Yakar, M. (2017). Tarihi Eserlerin İnsansız Hava Aracı İle Modellenmesinde Karşılaşılan Sorunlar. *Geomatik*, 2 (3), 118-125.
- Remondino, F., Barazzetti, L., Nex, F., Scaioni, M. & Sarazzi, D. (2011). UAV photogrammetry for mapping and 3d modeling—current status and future perspectives. *ISPRS Int Arch Photogramm Remote Sens Spat Inf Sci XXXVIII-1/C22*: 25–31.
- Šašák, J., Gallay, M., Kaňuk, J., Hofierka, J. & Minár, J. (2019). Combined use of terrestrial laser scanning and UAV photogrammetry in mapping alpine terrain. *Remote Sensing*, 11(18), 2154.
- Siebert, S., & Teizer, J. (2014). Mobile 3D mapping for surveying earthwork projects using an Unmanned Aerial Vehicle (UAV) system. *Automation in construction*, 41, 1-14.
- Şenol, H. İ., Yiğit, A. Y., Kaya, Y., & Ulvi, A. (2021). İHA ve yersel fotogrametrik veri füzyonu ile kültürel mirasın 3 boyutlu (3B) modelleme uygulaması: Kanlıdivane Örneği. *Türkiye Fotogrametri Dergisi*, 3(1), 29-36.
- Ulvi, A., Yakar, M., Yiğit, A. Y., & Kaya, Y. (2020). İHA ve yersel fotogrametrik teknikler kullanarak Aksaray Kızıl Kilise'nin 3 Boyutlu nokta bulutu ve modelinin üretilmesi. *Geomatik Dergisi*, 5(1), 22-30.
- Ünel, F. B., Kuşak, L., Çelik, M. Ö., Alptekin, A. & Yakar, M. (2020). Kıyı çizgisinin belirlenerek mülkiyet durumunun incelenmesi. *Türkiye Arazi Yönetimi Dergisi*, 2(1), 33-40.
- Van der Linden, S., Okujeni, A., Canters, F., Degerickx, J., Heiden, U., Hostert, P., ... & Thiel, F. (2019). Imaging spectroscopy of urban environments. *Surveys in Geophysics*, 40(3), 471-488.
- Wellmann, T., Lausch, A., Andersson, E., Knapp, S., Cortinovis, C., Jache, J., ... & Haase, D. (2020). Remote sensing in urban planning: Contributions towards ecologically sound policies?. *Landscape and Urban Planning*, 204, 103921.
- Wich, S. & Koh, L. (2015). Conservation drones: The use of unmanned aerial vehicles by ecologists. *GIM Int.* 2012, 26, 29–33
- Yakar, M. & Yılmaz, H. M. (2008). Kültürel miraslardan tarihi Horozluhan'ın fotogrametrik rölöve çalışması ve 3 boyutlu modellenmesi. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 23:2, 25-33.
- Yakar, M. (2009). Digital elevation model generation by robotic total station instrument. *Experimental Techniques*, 33(2), 52-59.
- Yakar, M. (2011). Using close range photogrammetry to measure the position of inaccessible geological features. *Experimental Techniques*, 35(1), 54-59.
- Yakar, M., Orhan, O., Ulvi, A., Yiğit, A. Y., & Yüzer, M. M. (2015). Sahip Ata Külliyesi Rölöve Örneği. *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası*, 10.
- Yiğit, A. Y., & Ulvi, A. (2020). İHA Fotogrametrisi Tekniği Kullanarak 3B Model Oluşturma: Yakutiye Medresesi Örneği. *Türkiye Fotogrametri Dergisi*, 2(2), 46-54.
- Yiğit, A. Y., & Uysal, M. (2021). Tarihi Eserlerin 3b Modellenmesi ve Artırılmış Gerçeklik İle Görselleştirilmesi. *Bilecik Şeyh Edebalı Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 8(2), 1032-1043.



© Author(s) 2022.

This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>